



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 101 43 781 B4 2004.11.18

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 101 43 781.1
(22) Anmeldetag: 31.08.2001
(43) Offenlegungstag: 03.04.2003
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 18.11.2004

(51) Int Cl.: G02B 6/42

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:
Maikowski & Ninnemann, Pat.-Anw., 10707 Berlin

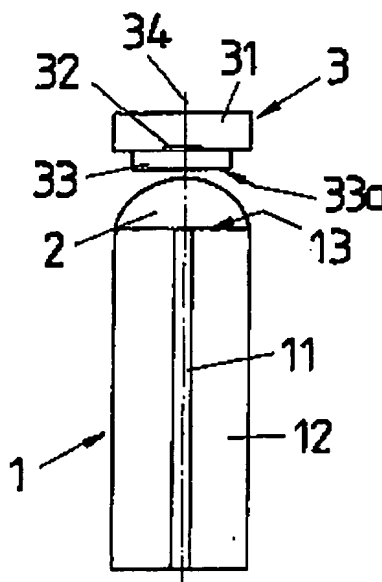
(72) Erfinder:
Ebeling, Karl-Joachim, Prof., 89075 Ulm, DE;
Hänen, Jochen, Dr., 85540 Haar, DE; Hanka,
Christian, 81737 München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US 42 69 848 A

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Kopplung eines oberflächenorientierten opto-elektronischen Bauelements mit einer optischen Faser und opto-elektronisches Bauelement zur Durchführung eines solchen Verfahrens

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Kopplung eines oberflächenorientierten optoelektronischen Bauelements, insbesondere einer VCSEL-Laserdiode, einer LED oder einer Photodiode, mit einer optischen Faser, gekennzeichnet durch die Schritte:

- a) Bereitstellen einer rotationssymmetrischen, vorstehenden Struktur an dem oberflächenorientierten optoelektronischen Bauelement, die symmetrisch zu der optisch aktiven Zone des opto-elektronischen Bauelementes angeordnet ist,
- b) Benetzen der Stirnfläche (13) der Faser (1) und/oder der vorstehenden Struktur (33) des opto-elektronischen Bauelements (3) mit einem transparenten Kleber (2, 21, 22),
- c) Annähern des opto-elektronischen Bauelements (3) und der optischen Faser (1), wobei sich der Kleber zwischen der Stirnfläche (13) der Faser (1) und der vorstehenden Struktur (33) ausbreitet, dabei
- d) Anordnen des opto-elektronischen Bauelements (3) und/oder der Faser (1) derart, daß eine im wesentlichen reibungsfreie Bewegung senkrecht zur Rotationsachse (34) des opto-elektronischen Bauelements bzw. senkrecht zur Rotationsachse (14) der Faser erfolgen kann,
- e) Abwarten einer Selbstzentrierung von Faser (1) und vorstehendem Abschnitt (33) des...



BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

einsetzbar ist.

[0001] Bezeichnung der Erfindung: Verfahren zur Kopplung eines oberflächenorientierten opto-elektronischen Bauelements mit einer optischen Faser und opto-elektronisches Bauelement zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kopplung eines oberflächenorientierten opto-elektronischen Bauelements mit einer optischen Faser und ein opto-elektronisches Bauelement zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Stand der Technik

[0003] Die Kopplung zwischen einem opto-elektronischen Bauelement oder Chip und einer optischen Faser, insbesondere einer Monomode-Faser, stellt ein schwieriges Problem dar, da die beiden Komponenten zur Erzielung eines hohen Koppelwirkungsgrades mit höchster Effizienz im μm bzw. Sub- μm -Bereich zueinander justiert werden müssen. Zur Herstellung einer Kopplung sind zum einen Koppelverfahren mit Linsen oder anderen strahltransformierenden Elementen und zum anderen direkte, sogenannte Butt-Coupling- oder Stirnkoppel-Verfahren bekannt.

[0004] Eine Justierung einer optischen Faser gegenüber einem optoelektronischen Chip erfolgt zur Erzielung eines hohen Kopplungswirkungsgrades im allgemeinen mittels einer aktiven Justierung, d.h. einer experimentellen Feststellung der günstigsten Positionierung von optischer Faser und optoelektronischem Chip. Eine aktive Justierung ist nachteilig zeitaufwendig und kostenintensiv.

[0005] Es ist ebenfalls bekannt, eine sogenannte passive Justierung durchzuführen, die den Einsatz von Positionierhilfen vorsieht, die an einem der Kopplungspartner oder einer Kopplungsvorrichtung vorgesehen sind. Durch die Positionierhilfen wird zwar eine passive Ausrichtung zwischen einem opto-elektronischen Chip und einer anzukoppelnden optischen Faser ermöglicht, jedoch ist die Bereitstellung der Positionierhilfen mit einem zusätzlichen Aufwand und zusätzlichen Kosten verbunden.

Aufgabenstellung

[0006] Dementsprechend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Kopplung eines optoelektronischen Bauelementes und einer optischen Faser zur Verfügung zu stellen, daß in einfacher Weise und unter Bereitstellung eines hohen Koppelwirkungsgrades eine Verbindung der beiden Teile ermöglicht. Gleichzeitig soll ein opto-elektronisches Bauelement zur Verfügung gestellt werden, das in einem derartigen Koppelverfahren

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein opto-elektronisches Bauelement mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen vorgesehen.

[0008] Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß zunächst die Stirnfläche einer optischen Faser und/oder eine rotationssymmetrisch ausgebildete, vorstehende Struktur eines opto-elektronischen Bauelements mit einem transparenten Kleber benetzt werden. Die rotationssymmetrische Struktur ist dabei symmetrisch zu der optisch aktiven Zone des optoelektronischen Bauelements ausgebildet. Anschließend werden die beiden zu koppelnden Elemente einander genähert, wobei sich der Kleber zwischen der Stirnfläche der Faser und der vorstehenden Struktur ausbreitet. Dabei sind das optoelektronische Bauelement und/oder die Faser derart angeordnet, daß eine im wesentlichen reibungsfreie Bewegung senkrecht zur Rotationsachse des opto-elektronischen Bauelements bzw. senkrecht zur Rotationsachse der Faser erfolgen kann. Dies ermöglicht eine selbstständige Positionierung der beiden Kopplungselemente zueinander. Dabei zentriert sich das Bauelement gegenüber der optischen Faser bzw. umgekehrt aufgrund der Oberflächenspannung und der Kapillarwirkung des Klebers automatisch.

[0009] Eine rotationssymmetrische Struktur ist dabei im Sinne der Erfindung jede Struktur, die durch Drehung um mindestens einen Winkel ungleich 360° auf sich selbst abgebildet wird. Gibt es mit anderen Worten eine Gerade g und mindestens einen Winkel α , so dass der Körper bei Drehung um die Gerade g und den Winkel α auf sich abgebildet wird, so ist der Körper rotationssymmetrisch. Insbesondere kann es sich neben kreis- und ringförmigen Strukturen auch um Vielecke, insbesondere Dreiecke, Vierecke, Fünfecke, etc. handeln. Rotationssymmetrie im Sinne der vorliegenden Erfindung ist somit gleichzusetzen mit einer Struktur, deren Schwerpunkt mittig angeordnet ist.

[0010] Unter einer im wesentlichen reibungsfreien Bewegung senkrecht zur Rotationsachse des opto-elektronischen Bauelements bzw. senkrecht zur Rotationsachse der Faser wird dabei eine Bewegung verstanden, der eine so geringe Reibung entgegengesetzt ist, daß eine Ausrichtung mittels der Oberflächenspannung und Kapillarwirkung des Klebers nicht verhindert wird. Dies ist insbesondere bei einer schwimmenden Anordnung des Bauelements der Fall.

[0011] Eine symmetrische Anordnung der rotationssymmetrischen, vorstehenden Struktur zu der op-

tisch aktiven Zone bedeutet insbesondere, daß die vorstehende Struktur und die optisch aktive Zone einen gemeinsamen bzw. auf einer gemeinsamen Rotationsachse liegenden Schwerpunkt besitzen. Die optisch aktive Zone ist dabei bevorzugt ebenfalls rotationssymmetrisch ausgebildet.

[0012] Aufgrund der rotationssymmetrischen Ausbildung der vorstehenden Struktur erfolgt eine Positionierung derart, daß die Rotationsachse der vorstehenden Struktur in Deckung mit der Rotationsachse der (ebenfalls rotationssymmetrischen) optischen Faser gelangt. Da die vorstehende Struktur symmetrisch zur optisch aktiven Zone des opto-elektronischen Bauelements angeordnet und diese somit mittig zu der vorstehenden Struktur ausgerichtet ist, erfolgt hierbei auch eine exakte Ausrichtung der Rotationsachse der optisch aktiven Zone auf die Rotationsachse der optischen Faser. Hierdurch wird ein höchstmöglicher Koppelwirkungsgrad bereitgestellt.

[0013] Nach der erfolgten Selbstzentrierung von dem vorstehenden Abschnitt bzw. der optisch aktiven Zone und der optischen Faser wird der Kleber ausgehärtet. Dies kann automatisch durch Zeitablauf oder alternativ mittels gesonderter Aushärtemittel, beispielsweise der Einstrahlung von ultraviolettem Licht erfolgen. Die ideale Positionierung zwischen den beiden Kopplungspartnern wird durch den Aushärtevorgang des Klebers zeitlich und räumlich fixiert. Als Ergebnis ist die optisch aktive Zone bzw. Fläche des opto-elektronischen Bauelementes mittig zum Faserkern justiert und fixiert, was eine optimale Kopplung ermöglicht.

[0014] Eine Benetzung mit einem Kleber kann alternativ sowohl lediglich auf der Stirnfläche der Faser, lediglich an der vorstehenden Struktur des opto-elektronischen Bauteils oder an beiden genannten Elementen erfolgen.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird das optoelektronische Bauelement auf die Stirnfläche der (senkrecht ausgerichteten) Faser aufgesetzt und dann freigelassen, d.h. von äußeren Haltekomponenten getrennt. Das Bauelement ist dabei mittels des transparenten Klebers schwimmend auf der Stirnfläche der Faser angeordnet und wird durch den Kleber getragen. Somit ist das Bauelement senkrecht zur Rotationsachse des optischen Faser verschiebbar. Das relativ leichte Bauelement bewegt sich nun unter der Wirkung der Oberflächenspannung des Klebers relativ zu der Stirnfläche der Faser und positioniert sich dabei mittig zur Achse der Faser. Unter dem Einfluß der Oberflächenspannung bilden die Oberflächen des Klebers Minimalflächen, wobei das Bauelement bzw. dessen rotationssymmetrisch ausgebildete vorstehende Struktur automatisch zentriert wird.

[0016] Es wird darauf hingewiesen, daß grundsätzlich auch vorgesehen sein kann, das Bauelement in einem bestimmter Abstand zu der Stirnfläche der Faser, in dem der Klebstoff den Zwischenraum zwischen der vorstehenden Struktur oder der Faser bereits ausfüllt, mittels einer Haltevorrichtung, die beispielsweise an den seitlichen Enden des Bauelements angreift, schwimmend zu lagern. Dabei ist aufgrund der schwimmenden Lagerung eine Bewegung des Bauelements senkrecht zur Rotationsachse der Faser ebenfalls möglich, so daß eine zentrische Ausrichtung des Bauelements unter dem Einfluß der Oberflächenspannung erfolgen kann. Eine solche Lösung ist insbesondere dann sinnvoll, wenn das Bauelement zu schwer ist, um vollständig auf die Stirnfläche der Faser aufgesetzt zu werden bzw. bei einem Aufsetzen aufgrund seines Gewichts nicht von dem Kleber getragen würde.

[0017] Die vorstehende rotationssymmetrische Struktur kann vielfache Formen aufweisen. In einer bevorzugten Ausgestaltung handelt es sich um eine Mesa (Tafelberg)-Struktur mit einer im wesentlichen ebenen Oberfläche. Auch ist die vorstehende Struktur bevorzugt zylindrisch, da für diesen Fall die gleiche Symmetrie wie bei der anzukoppelnden Faser vorliegt.

[0018] Die vorstehende Struktur weist des weiteren gegenüber der Faser bevorzugt einen geringeren Durchmesser auf, um eine mittige Zentrierung sicher zu gewährleisten. Das optoelektronische Bauelement selbst weist bevorzugt einen Durchmesser auf, der in etwa mit dem Durchmesser der optischen Faser übereinstimmt bzw. bis zu dem Faktor 2 größer oder kleiner ist.

[0019] Alternativ kann die vorstehende Struktur auch durch eine Ringstruktur gebildet werden, wobei der Ring die optisch aktive Zone umfaßt und mittig enthält. Ebenso kann die vorstehende Struktur beispielsweise ein gleichschenkliges Dreieck, ein Quadrat, ein Fünfeck oder ein anderes Vieleck sein.

[0020] Die optische Faser weist in einer bevorzugten Ausgestaltung eine ebene Stirnfläche auf. Es kann jedoch ebenfalls vorgesehen sein, als optische Faser eine optische Faser mit einer gekrümmten Stirnfläche zu verwenden, wobei die Stirnfläche strahlformend wirkt (sogenannte lensed fiber).

[0021] In einer bevorzugten Ausgestaltung werden der Koppelbereich zwischen Faser und opto-elektronischem Wandler und/oder angrenzende Bereiche mit einer Vergußmasse umhüllt. Diese dient einem Schutz vor äußeren Einflüssen und stellt eine zusätzliche mechanische Stabilität bereit.

[0022] Das erfindungsgemäße oberflächenorientierte optoelektronische Bauelement zeichnet sich

durch eine rotationssymmetrische vorstehende Struktur aus, die an dem Bauelement symmetrisch zur optisch aktiven Zone ausgebildet ist.

[0023] Dabei liegt es sowohl im Rahmen der Erfindung, daß die vorstehende Struktur an der gleichen Oberfläche wie die optisch aktive Zone ausgebildet ist, als auch daß die vorstehende Struktur gegenüberliegend der Oberfläche mit der optisch aktiven Zone ausgebildet ist.

Ausführungsbeispiel

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

[0025] Fig. 1 – die gegenüberliegende Anordnung einer optischen Faser und eines opto-elektronischen Bauelementes, wobei an der Stirnfläche der optischen Faser eine Benetzung mit einem transparenten Kleber erfolgt;

[0026] Fig. 2 – das Aufsetzen des opto-elektronischen Bauelementes auf den transparenten Kleber bei der Anordnung der Fig. 1;

[0027] Fig. 3 – schematisch die Selbstzentrierung des optoelektronischen Bauelementes gegenüber der optischen Faser bei der Anordnung der Fig. 1 und 2;

[0028] Fig. 4 – die Ausbildung einer Kleberkalotte sowohl auf einem opto-elektronischen Bauelement als auch auf einer optischen Faser;

[0029] Fig. 5 – die Ausbildung einer Kleberkalotte lediglich auf einem opto-elektronischen Bauelement;

[0030] Fig. 6 – ein Ausführungsbeispiel der Kopplung eines auf einer Leiterplatte befestigten opto-elektronischen Bauelementes mit einer optischen Faser mittels eines optisch transparenten Klebers;

[0031] Fig. 7 – ein Ausführungsbeispiel der Kopplung zwischen einem opto-elektronischen Bauelement und einer optischen Faser, bei der die optische Faser eine gekrümmte Faserendfläche aufweist; und

[0032] Fig. 8 – ein Ausführungsbeispiel der Kopplung zwischen einem opto-elektronischen Bauelement und einer optischen Faser, bei der der optisch aktive Bereich des optoelektronischen Bauelementes substratseitig ausgebildet ist.

[0033] Fig. 1 zeigt eine senkrecht im Gravitationsfeld der Erde angeordnete optische Faser 1, die in an sich bekannter Weise aus einem Faserkern 11 und einem Fasermantel 12 besteht. Bei der Faser 1 kann

es sich sowohl um eine Monomode (Single Mode)-Faser als auch um eine Multimode-Faser handeln, wobei bevorzugt eine Monomode-Faser eingesetzt wird, bei der aufgrund des geringen Kerndurchmessers eine Kopplung mit einem opto-elektronischen Bauelement besonders schwierig ist. Typische Abmessungen der Faser 1 sind wie folgt. Bei einer Multimode-Faser beträgt der Durchmesser bevorzugt 125–250 µm und der Kerndurchmesser 50–62,5 µm. Bei einer Singlemode-Faser beträgt der Kerndurchmesser bei gleichem Gesamtdurchmesser in der Regel zwischen 7 und 10 µm.

[0034] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist die Faserendfläche bzw. Stirnfläche der optischen Faser 1 eben ausgebildet. Sie kann jedoch ebenfalls gekrümmt ausgebildet sein, wie noch anhand der Fig. 7 erläutert werden wird.

[0035] Gegenüberliegend der Stirnfläche 13 der optischen Faser 1 ist ein opto-elektronisches Bauelement 3, nachfolgend auch als Opto-Chip bezeichnet, angeordnet, das bevorzugt einen ähnlichen Durchmesser wie die Faser 1 aufweist. Es handelt sich dabei bevorzugt um einen oberflächenorientierten Opto-Chip, der an einer seiner Oberflächen eine optisch aktive Zone ausbildet. Ein derartiger Opto-Chip ist beispielsweise eine VCSEL-Laserdiode, eine Leuchtdiode oder eine Photodiode.

[0036] Gemäß Fig. 1 besteht der Opto-Chip 3 aus einem Substrat 31, an dessen der optischen Faser 1 zugeordneten Seite eine optisch aktive Zone 32 ausgebildet ist. Derartige Opto-Chips sind an sich bekannt. Zusätzlich weist der Opto-Chip 3 eine erhabene bzw. vorstehende Struktur 33 auf, die rotationssymmetrisch ist und symmetrisch zu der aktiven Zone 32 ausgebildet ist. Die vorstehende Struktur 33 befindet sich auf der Auskoppelseite (VCSEL, LED) bzw. Einkoppelseite (LED) des Opto-Chips 3. Der Opto-Chip 3 ist somit derart gestaltet, daß sich die aktive Emissions- bzw. Absorptionsfläche 32 des Chips in der Mitte der vorstehenden Struktur 33 befindet. Mit anderen Worten sind sowohl die vorstehende Struktur 33 als auch die optisch aktive Zone 32 rotationssymmetrisch zu einer gemeinsamen Rotationsachse 34 ausgebildet, die bevorzugt auch die Rotationsachse des Opto-Chips 3 darstellt.

[0037] Es handelt sich bei der vorstehenden Struktur 33 im dargestellten Ausführungsbeispiel um eine zylindrische Mesa-Struktur, die auf der optisch aktiven Zone ausgebildet ist und bei der die der optischen Faser 1 zugewandte Oberfläche 33a eben ausgeführt ist. Es ist jedoch ebenfalls möglich, der vorstehenden Struktur 33 eine andere Form zu geben, wobei zur Erzielung einer Strahlformung auch eine konvex oder konkav gekrümmte Oberfläche vorgesehen werden kann. Wesentlich ist allein, daß die vorstehende Struktur 33 rotationssymmetrisch aus-

gebildet und in bezug auf die optisch aktive Zone 32 des Bauelementes 3 symmetrisch angeordnet ist.

[0038] Da die vorstehende Struktur 33 teilweise auf der optisch aktiven Zone 32 liegt, ist sie für die verwendeten Lichtwellenlängen optisch transparent. Die vorstehende Struktur 33 wird bevorzugt zusammen mit dem Opto-Chip 3 in Planartechnik hergestellt. Sie besteht beispielsweise aus Silizium, das für Wellenlängen oberhalb 800 nm optisch transparent ist.

[0039] Es wird weiter darauf hingewiesen, daß die vorstehende Struktur 33 nicht notwendigerweise durchgehend ausgebildet sein muß. Es liegt ebenfalls im Rahmen der, wenn die vorstehende Struktur lediglich in einem umlaufenden, symmetrisch zur opto-elektrischen Zone angeordneten Randbereich ausgebildet ist, also beispielsweise eine ringförmige Struktur darstellt.

[0040] Zur Kopplung, Verbindung und gleichzeitigen Justierung von optischer Faser 1 und Opto-Chip 3 wird in einem ersten Verfahrensschritt ein transparenter Kleber auf die Stirnfläche 13 der optischen Faser aufgebracht, wobei sich eine Kleberkalotte 2 bildet, die aufgrund der Oberflächenspannung versucht, eine minimale Oberfläche auszubilden.

[0041] Gemäß Fig. 2 werden in einem zweiten Verfahrensschritt der Opto-Koppler 3 und die Faser 1 derart gegenüberlegend positioniert, daß die vorstehende Struktur 33 des Opto-Chips in Kontakt mit der Kleberkalotte 2 gelangt. Dazu wird der Chip 3 auf die Kleberkalotte 2 aufgesetzt und dann freigelassen, so daß er frei auf dem Kleber 2 schwimmt.

[0042] Gemäß Fig. 3 bildet sich dabei zwischen der vorstehenden Struktur 33 des Opto-Chips 3 und der Stirnfläche 13 der optischen Faser ein mit dem optisch transparenten Kleber gefüllter Bereich 4 aus. Der Opto-Chip 3 kann sich in einer Richtung A senkrecht zur Längs- bzw. Rotationsachse 14 der optischen Faser 1 bewegen. Dies ermöglicht, daß sich der Opto-Chip 3 und die optische Faser 1 zueinander ausrichten.

[0043] Eine Ausrichtung erfolgt dabei aufgrund der Oberflächenspannung und der Kapillarwirkung des Klebers automatisch derart, daß die Rotationsachse 34 der optisch aktiven Zone 32 bzw. des Opto-Chips 3 mit der Rotationsachse 14 der optischen Faser 1 in Übereinstimmung gelangt, d.h. die optisch aktive Zone 32 des Opto-Chips exakt gegenüberliegend dem Kern 11 der optischen Faser 1 positioniert wird. Hierdurch wird ein optimaler Kopplungswirkungsgrad zwischen dem Bauelement 3 und der optischen Faser 1 bereitgestellt.

[0044] Nach erfolgter Positionierung erhärtet der Kleber mittels Zeitablauf oder durch Einwirkung bei-

spielsweise Infraroter Strahlung, so daß die erreichte, optimale Justierung fixiert und eine feste Verbindung zwischen dem Opto-Chip und der optischen Faser bereitgestellt wird. Der Kopplungsvorgang ist damit beendet.

[0045] Gemäß Fig. 4 und 5 liegt es ebenfalls im Rahmen der Erfindung, daß eine Kleberkalotte 21, 22 sowohl auf der Stirnfläche 13 der optischen Faser 1 als auch auf der Oberfläche 33a der vorstehenden Struktur 33 des Opto-Chips 3 ausgebildet wird (Fig. 4), oder daß lediglich auf der Oberfläche 33a der vorstehenden Struktur 33 des Opto-Chips 3 eine Kleberkalotte 22 ausgebildet wird. Wichtig ist allein, daß sich im Bereich der vorstehenden Struktur 33 und der Stirnfläche 13 der optischen Faser ein Bereich ausbildet, in dem der transparente Kleber in zunächst flüssigem Zustand vorhanden ist.

[0046] Der optimale Durchmesser der Zentrierungsstruktur 33 auf dem Opto-Chip hängt von den genauen Eigenschaften des Klebers und dem Kalottenradius ab. Bevorzugt weist die Zentrierungsstruktur bei Kantenlängen des Gesamtchips 3 im Bereich von 150 bis 500 µm einen Durchmesser von 10 bis 100 µm auf.

[0047] Die Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem der auf dem Faserende montierte Opto-Chip 3 mittels Solder-Bumps 5 (Löt-Kugeln) auf einer Leiterplatte 6 montiert ist. Hierzu weist der Opto-Chip 3 eine Rückseitenkontaktierung (nicht explizit dargestellt) auf. Zum Schutz vor Schmutz oder anderen Umwelteinflüssen und zur mechanischen Stabilisierung kann die gesamte Anordnung mit einer geeigneten Vergußmasse umhüllt werden. Auch kann vorgesehen sein, lediglich den Kleberebereich zwischen optischer Faser 1 und Opto-Chip 3 mit einer Vergußmasse zu umhüllen, wodurch eine zusätzliche mechanische Stabilität der Verbindung bereitgestellt wird.

[0048] Die Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Faser-Chip-Kopplung mit einer optischen Faser 1 erfolgt, die an ihrer Stirnseite gekrümmt ausgebildet ist und dabei eine Linse 15 ausbildet. Eine derartige Ausgestaltung wird auch als „lensed fibre“ bezeichnet. Die Funktionsweise der Verbindung zwischen Faser und Opto-Chip ändert sich dabei nicht.

[0049] Die Fig. 8 schließlich zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die vorstehende Struktur 33 des Opto-Chips 3 anders als bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 7 nicht auf der gleichen Seite des Substrats 31 des Opto-Chips 3 angeordnet ist, sondern auf einer gegenüberliegenden Seite 35. Nach Anordnung des Opto-Kopplers 3 an einer Leiterplatte gemäß Fig. 6 ist der Lichtemittierende bzw. Lichtempfangende Opto-Chip 3 mit seiner optisch aktiven Fläche somit substratseitig ausgerichtet. Dieses Ausfüh-

rungsbeispiel zeigt, daß es bezüglich der Anordnung einer vorstehenden Struktur an dem opto-elektronischen Bauelement lediglich darauf ankommt, daß die vorstehende Struktur 33 symmetrisch bzw. zentriert zur optisch aktiven Fläche 32 angeordnet ist.

[0050] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend dargestellten Ausführungsbeispiele. Wesentlich für die Erfindung ist allein, daß eine optische Faser und ein damit zu kopplendes opto-elektronisches Bauelement mittels eines optisch transparenten Klebers und unter Ausnutzung einer Selbstzentrierung miteinander verbunden werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kopplung eines oberflächenorientierten optoelektronischen Bauelements, insbesondere einer VCSEL-Laserdiode, einer LED oder einer Photodiode, mit einer optischen Faser, gekennzeichnet durch die Schritte:

- a) Bereitstellen einer rotationsymmetrischen, vorstehenden Struktur an dem oberflächenorientierten optoelektronischen Bauelement, die symmetrisch zu der optisch aktiven Zone des opto-elektronischen Bauelementes angeordnet ist,
- b) Benetzen der Stirnfläche (13) der Faser (1) und/oder der vorstehenden Struktur (33) des opto-elektronischen Bauelements (3) mit einem transparenten Kleber (2, 21, 22),
- c) Annähern des opto-elektronischen Bauelements (3) und der optischen Faser (1), wobei sich der Kleber zwischen der Stirnfläche (13) der Faser (1) und der vorstehenden Struktur (33) ausbreitet, dabei
- d) Anordnen des opto-elektronischen Bauelements (3) und/oder der Faser (1) derart, daß eine im wesentlichen reibungsfreie Bewegung senkrecht zur Rotationsachse (34) des opto-elektronischen Bauelements bzw. senkrecht zur Rotationsachse (14) der Faser erfolgen kann,
- e) Abwarten einer Selbstzentrierung von Faser (1) und vorstehendem Abschnitt (33) des Bauelements und
- f) Abwarten oder Herbeiführen einer Aushärtung des Klebers zur Fixierung der nunmehr zentrierten Anordnung zwischen der Faser (1) und dem vorstehendem Abschnitt (33).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das opto-elektronische Bauelement (3) auf die Stirnfläche (13) der Faser (1) aufgesetzt und dann freigelassen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein opto-elektronisches Bauelement (3) mit einer Mesa-Struktur als vorstehender Struktur verwendet wird, die eine im wesentlichen ebene Oberfläche aufweist.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein opto-elektronisches Bauelement (3) mit einer zylindrischen vorstehenden Struktur verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein opto-elektronisches Bauelement (3) mit einer Ringstruktur als vorstehenden Struktur verwendet wird.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als optische Faser eine optische Faser (1) mit einer ebenen Stirnfläche (13) verwendet wird.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als optische Faser eine optische Faser (1) mit einer gekrümmten Stirnfläche (15) verwendet wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppelbereich zwischen Faser (1) und opto-elektronischem Wandler (3) und/oder angrenzende Bereiche mit einer Vergußmasse umhüllt werden.

9. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das optoelektronische Bauelement (3) nach einer Kopplung mit der optischen Faser (1) derart an einer Leiterplatte (6) befestigt wird, daß die optisch aktive Zone (32) des Bauelementes der Leiterplatte (6) zugewandt ist, während die vorstehende Struktur (33) der Leiterplatte (6) abgewandt ist.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das opto-elektronische Bauelement (3) nach einer Kopplung mit der optischen Faser (1) derart an einer Leiterplatte (6) befestigt wird, daß die optisch aktive Zone (32) zusammen mit der vorstehenden Struktur (33) von der Leiterplatte (6) weg weisen.

11. Oberflächenorientiertes opto-elektronisches Bauelement, insbesondere VCSEL-Laserdiode, LED oder Photodiode, mit einem Substrat, in dem in einem Oberflächenbereich eine optisch aktive Zone ausgebildet ist, gekennzeichnet durch eine rotationsymmetrische vorstehende Struktur (33), die an dem Bauelement (3) symmetrisch zur optisch aktiven Zone (32) ausgebildet ist.

12. Opto-elektronisches Bauelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die vorstehende Struktur (33) eine Mesa-Struktur mit ebener Oberfläche ist.

13. Opto-elektronisches Bauelement nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die vorstehende Struktur (33) zylindrisch ausgebildet ist.

14. Opto-elektronisches Bauelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die vorstehende Struktur (33) ringförmig ausgebildet ist und dabei die optisch aktive Zone umgibt.

15. Opto-elektronisches Bauelement nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die vorstehende Struktur (33) an der gleichen Oberfläche wie die optisch aktive Zone (32) ausgebildet ist.

16. Opto-elektronisches Bauelement nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die vorstehende Struktur gegenüberliegend der Oberfläche (35) ausgebildet ist, an der sich die optisch aktive Zone (32) befindet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

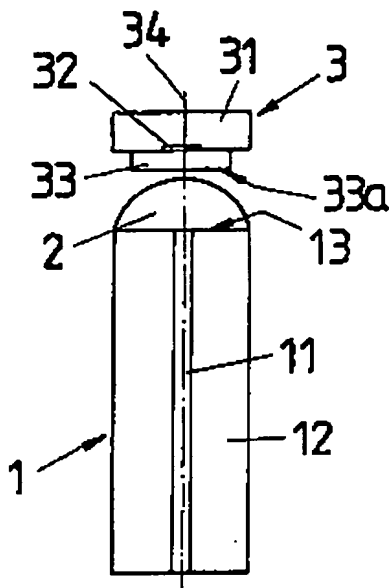


Fig. 2

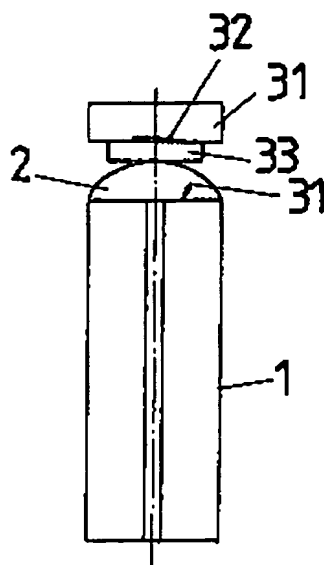


Fig. 3

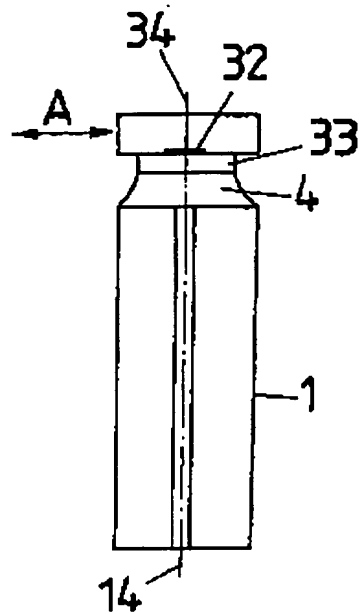


Fig. 4

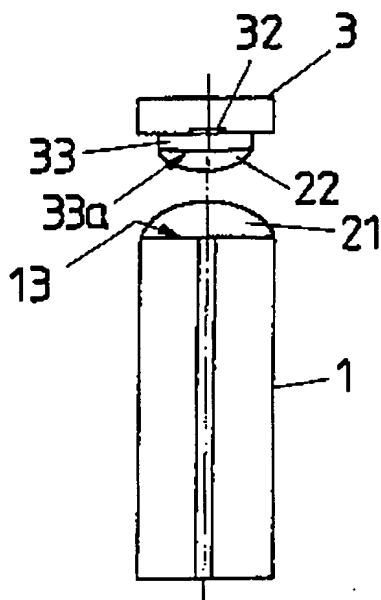


Fig. 5

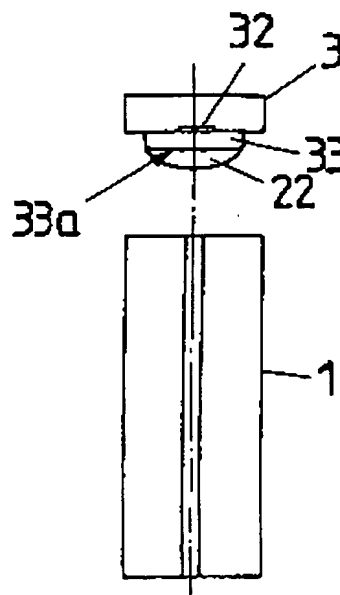


Fig. 6

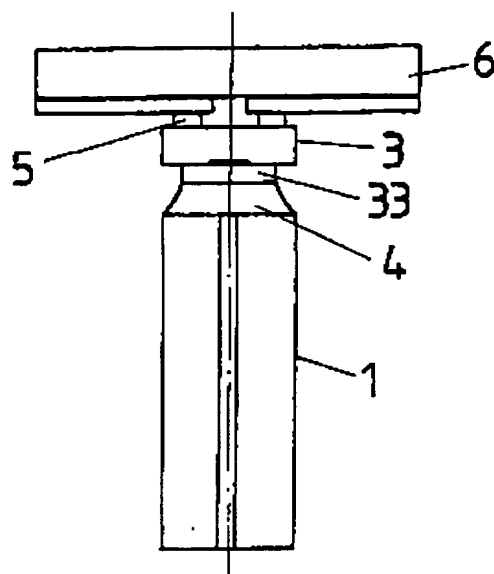


Fig. 8

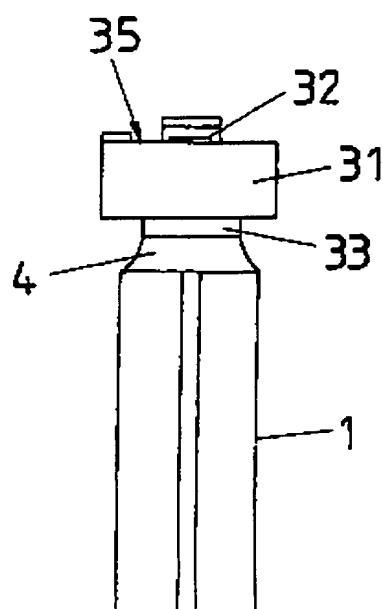


Fig. 7

